

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND WIRE BONDING METHOD THEREOF

Patent number: JP2001267674
Publication date: 2001-09-28
Inventor: ICHIKAWA HIDEKI; OKANISHI MAMORU; SANTO TERUMITSU; YOSHIDA TOMOHIKO
Applicant: SHARP KK
Classification:
- international: **H01S5/022; H01S5/02; H01S5/00; (IPC1-7): H01S5/022; H01L21/60; H01S5/40**
- european: **H01S5/022**
Application number: JP20000070223 20000314
Priority number(s): JP20000070223 20000314

Also published as:



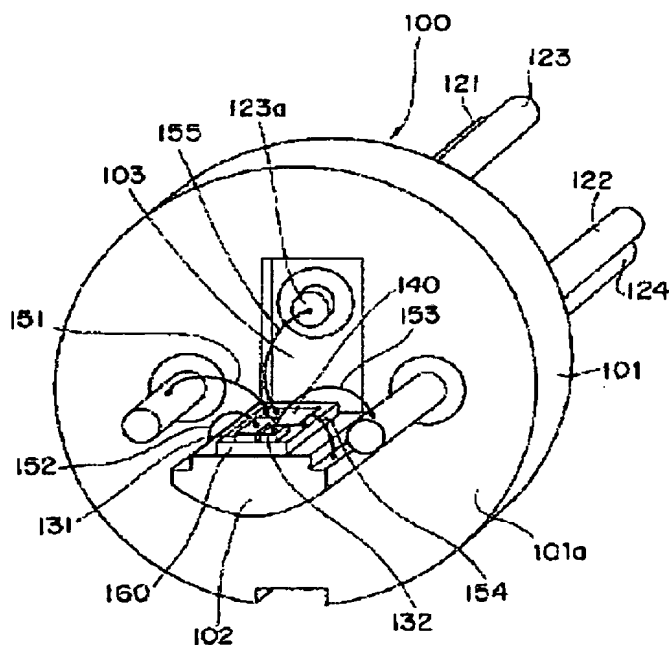
US6562693 (B2)
US2001026991 (A1)

[Report a data error here](#)

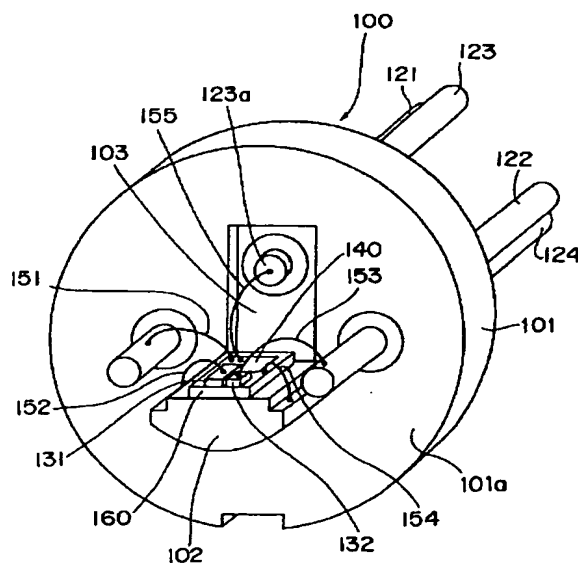
Abstract of JP2001267674

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser device and its wire bonding method where two semiconductor laser elements and a monitor PD are easily mounted in a small package as well as a manufacturing process is simplified with a simple configuration.

SOLUTION: There are provided a stem 100 comprising a plurality of lead 121-124, a sub-mount 160 die-bonded on the stem 100 with a monitor PD 140 integrally formed on its surface, and two semiconductor laser elements 131 and 132, die-bonded on the sub-mount 160 and mounting emitted light with the monitor PD 140. A first bonding surface (anode electrode 183) of the monitor PD 140 is wire-bonded to a second bonding surface (end surface 123a) of the lead pin 123 almost perpendicular to the first bonding surface.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のリードピンを有するステムと、
上記ステム上にダイボンドされ、表面にモニタ用フォト
ダイオードが一体形成されたサブマウントと、
上記サブマウント上にダイボンドされ、上記モニタ用フ
ォトダイオードにより出射光がモニタされる2つの半導
体レーザ素子とを備え、

上記各半導体レーザ素子の電極を上記リードピンに金属
ワイヤを介して電氣的に夫々接続すると共に、上記モニ
タ用フォトダイオードの電極を上記リードピンに金属ワ
イヤを介して電氣的に接続する半導体レーザ装置であ
って、

上記2つの半導体レーザ素子および上記モニタ用フォト
ダイオードの少なくとも1つの第1ボンディング面と、
その第1ボンディング面とワイヤボンディングされる上
記リードピンの第2ボンディング面とが互いに略直角で
あることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体レーザ装置にお
いて、

上記第1ボンディング面のボンディング位置および上記
第2ボンディング面のボンディング位置が、上記第1、
第2ボンディング面に略直交する同一平面上にあること
を特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の半導体レーザ
装置において、

上記サブマウント上に形成され、上記2つの半導体レー
ザ素子がダイボンドされる金属配線を備え、
上記各半導体レーザ素子に対応する上記金属配線が電氣
的に絶縁されていることを特徴とする半導体レーザ装
置。

【請求項4】 請求項1または2に記載の半導体レーザ
装置において、

上記サブマウント上に形成され、上記2つの半導体レー
ザ素子がダイボンドされる金属配線を備え、
上記2つの半導体レーザ素子の後端面側から上記モニタ
用フォトダイオード側に上記金属配線が形成されていな
いことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1つに記載の
半導体レーザ装置において、

上記リードピンの端面が上記第2ボンディング面であ
って、

上記リードピンの端面が上記ステムの表面と同じ高さ
か、または、上記ステムの表面よりも低いことを特徴と
する半導体レーザ装置。

【請求項6】 請求項1乃至5に記載の半導体レーザ装
置において、

上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面
と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部
を設けたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項7】 複数のリードピンを有するステムと、上

記ステム上にダイボンドされたサブマウントと、上記サ
ブマウント上にダイボンドされた半導体レーザ素子とを
備え、上記半導体レーザ素子の電極を上記リードピンに
金属ワイヤを介して電氣的に接続する半導体レーザ装
置であって、

上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面
と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部
を設けたことを特徴とする半導体レーザ装置。

10 【請求項8】 複数のリードピンを有するステムと、上
記ステム上に取り付けられ、表面にモニタ用フォトダイ
オードが一体形成されたサブマウントと、上記サブマウ
ント上にダイボンドされ、上記モニタ用フォトダイオ
ードにより出射光がモニタされる2つの半導体レーザ素
子とを備えた半導体レーザ装置のワイヤボンディング方
法であって、

上記2つの半導体レーザ素子および上記モニタ用フォ
トダイオードの少なくとも1つの第1ボンディング面に対
して上記金属ワイヤを案内するキャピラリの軸が垂直に
なるように上記ステムを保持して、上記第1ボンディン
グ面上に上記金属ワイヤの一端をボンディングする第1の
工程と、

20 上記第1ボンディング面上に上記金属ワイヤの一端をボン
ディングした後の上記金属ワイヤに直交する軸を中心
に、上記第1ボンディング面に略直角な上記リードピン
の第2ボンディング面に対して上記キャピラリの軸が垂
直になるように上記ステムを回転させて、上記第2ボン
ディング面上に上記金属ワイヤの他端をボンディングする
第2の工程とを有することを特徴とする半導体レーザ装
置のワイヤボンディング方法。

30 【請求項9】 請求項8に記載の半導体レーザ装置のワ
イヤボンディング方法において、
上記第2の工程において上記ステムを回転させるときの
軸が、互いに略直角な上記第1、第2ボンディング面の
交線と平行であることを特徴とする半導体レーザ装置の
ワイヤボンディング方法。

【請求項10】 請求項8または9に記載の半導体レー
ザ装置のワイヤボンディング方法において、

上記第1ボンディング面のボンディング位置および上記
第2ボンディング面のボンディング位置が、上記第1、
第2ボンディング面に略直交する同一平面上にあること
を特徴とする半導体レーザ装置のワイヤボンディング方
法。

【請求項11】 請求項8乃至10のいずれか1つに記
載の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法におい
て、

上記第2の工程において上記ステムを回転させるときの
軸と上記第1ボンディング面との距離を、上記ステムを
回転させるときの軸と上記第2ボンディング面との距離
としたことを特徴とする半導体レーザ装置のワイヤボン
ディング方法。

【請求項12】 請求項8乃至11のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法において、

上記第1の工程の後、上記キャピラリを上記第1ボンディング面に対して垂直方向に引き上げて、上記キャピラリの先端から引き出される上記金属ワイヤの長さを、上記半導体レーザ素子の前方端面から上記第1ボンディング面のボンディング位置までの距離よりも長くしたことを特徴とする半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、2つの半導体レーザ素子を搭載する半導体レーザ装置およびそのワイヤボンディング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体レーザ装置としては、金属製ステム上に1つの半導体レーザ素子とその半導体レーザ素子の出力をモニタするモニタ用フォトダイオード(以下、モニタ用PDという)を配置したものがある。しかしながら、CD(コンパクト・ディスク)やDVD(デジタル・バーサタイル・ディスク)等の記録媒体から情報を読み出すために、2つの半導体レーザ素子を用いて波長の異なる2種類のレーザ光を出射する半導体レーザ装置が必要とされている。

【0003】そこで、2つの半導体レーザ素子とその半導体レーザ素子の出力をモニタするモニタ用PDを配置した図12に示すような半導体レーザ装置が考えられる。図12はこの半導体レーザ装置のキャップを除いた内部の斜視図を示している。なお、この半導体レーザ装置は、この発明の説明を容易にするために示すものであって、従来技術ではない。

【0004】図12に示すように、この半導体レーザ装置は、一体形成されたアイレット201および放熱台202を有する金属製のステム200を備えている。上記ステム200のアイレット201に一端が貫通するようにリードピン221～223を取り付け、共通電極用としてリードピン224の一端をアイレット201に電気的に接続している。上記リードピン221～223は、アイレット201に低融点ガラスで固定し、ステム200に対して電気的に絶縁している。また、上記アイレット201は外径が5.6mmであり、直径が0.4mmの円柱状の金属からなるリードピン221～224は、アイレット201に直径2mmの円周上に90度毎に等間隔で配置されている。

【0005】また、上記アイレット201と一体的に形成された放熱台202に、シリコンサブマウント(以下、Siサブマウントという)260を導電性のペースト(図示せず)によりダイボンドしている。上記シリコンサブマウント260上に、2つの半導体レーザ素子23

1,232をAu-Sn合金からなるロー材(図示せず)によりダイボンドしている。上記Siサブマウント260のダイボンド面を金属で覆い、半導体レーザ素子231,232の共通電極としている。また、上記Siサブマウント260の表面の共通電極を金属ワイヤ252,254を介して放熱台202に接続している。一方、半導体レーザ素子231,232の上部電極をリードピン221,222に金属ワイヤ251,253を介してそれぞれ接続している。そして、上記ステム200のアイレット201に形成された凹部201bに、モニタ用PD240を導電性のペースト(図示せず)によりダイボンドし、そのモニタ用PD240の上部電極を金属ワイヤ255を介してリードピン223の端面223aに接続している。

【0006】上記2つの半導体レーザ素子231,232は、特に、赤色レーザ光(波長630nm～680nm)を出射するInGaAlP系半導体レーザ素子231と赤外レーザ光(波長760nm～850nm)を出射するAlGaAs系半導体レーザ素子232の組合せが用いられる。

【0007】上記2つの半導体レーザ素子231,232の発光点の相対位置が、使用中動かないようにするため、通常の使用温度範囲の上限である80℃より十分融点が高いロー材(例えばAu-Sn合金等)を使用して、半導体レーザ素子231,232をSiサブマウント260にダイボンドする必要がある。上記半導体レーザ素子231,232を金属製の放熱台202に直接ダイボンドすると、金属と半導体の線膨張係数の違いにより、半導体レーザ素子231,232に強い応力が加わり、結晶が壊れて劣化してしまうという問題があるため、Siサブマウント260にダイボンドすることが必須となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図12に示す2つの半導体レーザ素子を有する半導体レーザ装置では、構造が複雑になると共に、モニタ用PD240, Siサブマウント260をダイボンドする工程が増えてコストが高くつくという問題があるそこで、Siサブマウント表面にモニタ用PDを形成し、モニタ用PDのダイボンド工程を省略して、製造工程を簡略化することが考えられる。そうした場合、モニタ用PDの電極面は、2つの半導体レーザ素子の電極面およびSiサブマウント表面に形成された電極面と平行になる。この半導体レーザ素子,モニタ用PDの各電極とリードピンとを金属ワイヤで接続するとき、電極およびリードピンの金属ワイヤをボンディングする面は互いに平行でなければ、ワイヤボンディングを容易に行うことができない。このことを図12に示す構成の半導体レーザ装置を用いて以下に説明する(モニタ用PDはSiサブマウント表面に形成されるものと仮定する)。

10

20

30

40

50

【0009】この半導体レーザ装置では、2つの半導体レーザ素子231,232が両側のリードピン221,222に夫々接続されるので、Siサブマウント表面に形成されるモニタ用PDの電極と金属ワイヤで接続することができるのは、図12中上側のリードピン223だけである。この場合、リードピン223の先端がアイレットの表面201aから出ていないので、Siサブマウント260に形成されるモニタ用PDの電極と平行な面が殆どないという問題がある。この問題を解決する方法としては、アイレット201のリードピン223の周囲に凹部

10

を設けて、リードピン223を露出させて、円筒状のリードピン223の外周面にダイボンドすることも考えられるが、凹部がアイレットを貫通する恐れがあり、キャップ(図示せず)により内部を密閉することができなくなるので、半導体レーザ素子が劣化しやすいという問題がある。

【0010】また、リードピン223の端面223aとSiサブマウントに形成されるモニタ用PDの電極とをワイヤボンディングする場合、リードピン223の端面223aとモニタ用PDの電極面とは互いに垂直になっ

20

ており、従来のワイヤボンディング方法では、接続することが困難であった。以下に、その理由について、図12の半導体レーザ装置のワイヤボンディングの工程を示す図13～図19により説明する。

【0011】まず、図13～図18により、図12に示す半導体レーザ装置200のモニタ用PD240の電極面とリードピン223の端面223aを金属ワイヤで接続する従来のワイヤボンディング方法を説明する。

【0012】図13に示すように、ボンディングヘッド70は、キャピラリホルダ72の先に取り付けられたキャピラリ71とワイヤクランプ73とを有し、キャピラリ71とワイヤクランプ73とは一体に動くようになっている。上記キャピラリ71は、先端の直径が200μm程度で、金属ワイヤ50を直線状に保ち案内する働きをする。この金属ワイヤ50には、直径25μmの金ワイヤを用い、キャピラリ71の先端から突出する金属ワイヤ50の先端にアーク放電等によりボール50aを形成する。

30

【0013】次に、図14に示すように、ボンディングヘッド70を下降させ、モニタ用PD240の電極面にボール50a(図13に示す)を接触させて、超音波振動を加えてボール50aとモニタ用PD240の電極とを接続する(このボール50aが接続される点を「第1ボン

40

ド」と呼ぶ)。

【0014】次に、図15に示すように、ワイヤクランプ73が開いた状態でボンディングヘッド70を上昇させ、金属ワイヤ50を引き出すと共に、キャピラリ71の軸方向に対して垂直な軸を中心にステム200を適宜回転し、リードピン223のボンディング面223aが

50

る。

【0015】次に、図16に示すように、リードピン223のボンディング面223aが、キャピラリ71の鉛直下方に位置するように、ボンディングヘッド70をリードピン223のボンディング面223aに平行な面に沿って移動する。このとき、モニタ用PD240の電極面とリードピン223のボンディング面223aがキャピラリ71にガイドされた金属ワイヤ50とが同一平面上にない場合は、キャピラリ71の軸上にリードピン223のボンディング面223aが位置するように、ステム200を移動させればよい。

【0016】再度、図17に示すように、上記ボンディングヘッド70を下降させて、リードピン223のボンディング面223aに金属ワイヤ50を接触させ、金属ワイヤ50に超音波振動を加えてリードピン223のボンディング面223aと接続する(この金属ワイヤが接続される点を「第2ボンド」と呼ぶ)。

【0017】最後に、図18に示すように、ワイヤクランプ73を閉じ、その状態でボンディングヘッド70を引き上げることで金属ワイヤ50を切断する。この後、図示していないが、ワイヤ50の先端にはアーク放電により金属ボールが形成され、最初の工程に戻る。

【0018】このようなワイヤボンディング方法では、第1ボンドのボンディング面と第2ボンドのボンディング面は、互いに13°程度の角度をなしているだけなので、ステム200を回転させる中心となる軸がどこに有っても特に問題はない。ところが、さらにステム200の回転角度が大きくなると、キャピラリ71がステム200や半導体レーザ素子等に接触して破損する恐れがあると共に、図19に示すように、金属ワイヤ50がキャピラリ71の先端で大きく曲げられたり、第1ボンド部分やキャピラリ71先端部分でねじれて切断してしまうという問題がある。

【0019】また、図12に示す半導体レーザ装置において、Siサブマウント260を放熱台202にダイボンドする場合、半導体レーザ素子231,232とSiサブマウント260を固定しているロー材に熱的な影響を与えないように樹脂に導電材(例えば銀のフィラー)を充填した導電性ペーストで固定することが望ましい。しかしながら、導電性ペーストは流動性が高く、ダイボンド面に広がり易いため、金属ワイヤをボンディングする面に導電性ペーストが付着して平滑性が失われると、ワイヤボンディングができないという問題がある。

【0020】そこで、この発明の目的は、簡単な構成で製造工程を簡略化でき、2つの半導体レーザ素子とモニタ用PDを小型パッケージに容易に搭載できる半導体レーザ装置を提供すると共に、ステムや半導体レーザ素子等を破損することなく、容易にかつ確実にワイヤボンディングができる上記半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の半導体レーザ装置は、複数のリードピンを有するステムと、上記ステム上にダイボンドされ、表面にモニタ用フォトダイオードが一体形成されたサブマウントと、上記サブマウント上にダイボンドされ、上記モニタ用フォトダイオードにより出射光がモニタされる2つの半導体レーザ素子とを備え、上記各半導体レーザ素子の電極を上記リードピンに金属ワイヤを介して電気的に夫々接続すると共に、上記モニタ用フォトダイオードの電極を上記リードピンに金属ワイヤを介して電気的に接続する半導体レーザ装置であって、上記2つの半導体レーザ素子および上記モニタ用フォトダイオードの少なくとも1つの第1ボンディング面と、その第1ボンディング面とワイヤボンディングされる上記リードピンの第2ボンディング面とが互いに略直角であることを特徴としている。

【0022】上記構成の半導体レーザ装置によれば、上記2つの半導体レーザ素子の電極および上記モニタ用PDの電極は、互いに平行な電極面を有し、それら3つの電極面のうちの少なくとも1つを第1ボンディング面として、その第1ボンディング面に略垂直なリードピンの第2ボンディング面とをワイヤボンディングする。例えば、リードピン数が限られた直径5.6mmの小型パッケージにおいて、上記2つの半導体レーザ素子の出射光の光軸が互いに平行にかつステムの表面(アイレット表面)に垂直になるように、上記2つの半導体レーザ素子をステム上に配列し、その配列方向の両側に2つのリードピンがあり、さらにその配列方向に直交する方向にもう1つのリードピンがある場合、各半導体レーザ素子の電極とモニタ用PDの電極をそれぞれ3つのリードピンに割り当て、電極とリードピンをそれぞれワイヤボンディングにより接続する(各素子の他の電極は共通電極であるステムに接続)。そうした場合、2つの半導体レーザ素子の配列方向の両側のリードピン外周の接平面と、各半導体レーザ素子の電極とモニタ用PDの電極のうちの2つの電極面とは平行となり、ワイヤボンディングが容易にできる。ところが、残りの素子の電極面(第1ボンディング面)は、同様に残るリードピンの外周の接平面と平行ではあるが、配置上の制約によりワイヤボンディングが困難なため、残りの素子の電極面(第1ボンディング面)と略直角の関係にあるリードピンの端面(第2ボンディング面)とワイヤボンディングする。この互いに略直角な第1、第2ボンディング面のワイヤボンディングを可能にすることによって、簡単な構成で製造工程を簡略化でき、小型のパッケージのステムに2つの半導体レーザ素子とモニタ用PDを容易に搭載できる半導体レーザ素子を実現することができる。なお、上記2つの半導体レーザ素子をダイボンドするサブマウントには、熱膨張による応力が半導体レーザ素子に加わらない

ようにシリコン等の半導体からなるサブマウントを用いる。

【0023】また、一実施形態の半導体レーザ装置は、上記第1ボンディング面のボンディング位置および上記第2ボンディング面のボンディング位置が、上記第1、第2ボンディング面に略直交する同一平面上にあることを特徴としている。

【0024】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば、上記第1ボンディング面のボンディング位置および第2ボンディング面のボンディング位置が上記第1、第2ボンディング面に略同一平面内に有るようにするので、ワイヤボンディング時にその同一平面に沿ってステムを回転するから、金属ワイヤがねじれることがなくなり、金属ワイヤが接続された半導体レーザ素子、モニタ用PDに応力が加わらないので、信頼性を向上できる。

【0025】また、一実施形態の半導体レーザ装置は、上記サブマウント上に形成され、上記2つの半導体レーザ素子がダイボンドされる金属配線を備え、上記各半導体レーザ素子に対応する上記金属配線が電気的に絶縁されていることを特徴としている。

【0026】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば、上記サブマウント上の半導体レーザ素子がダイボンドされる金属配線は、半導体レーザ素子毎に独立した金属配線とし、互いに電気的に絶縁しておくことにより、2つの半導体レーザ素子のダイボンド側の電気的特性が異なっても良い。例えば、一方の半導体レーザ素子はp電極側をダイボンドし、他方の半導体レーザ素子は、n電極側をダイボンドすることが可能となるので、使用する半導体レーザ素子に対する条件が緩やかになる。

【0027】また、一実施形態の半導体レーザ装置は、上記サブマウント上に形成され、上記2つの半導体レーザ素子がダイボンドされる金属配線を備え、上記2つの半導体レーザ素子の後端面側から上記モニタ用PD側に上記金属配線が形成されていないことを特徴としている。

【0028】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば、サブマウントに一体的に形成されたモニタ用PDに半導体レーザからの出射光をできるだけ多く入射させるために、金属配線の半導体レーザ素子出射端面近傍を半導体レーザ素子からモニタ用PD側に出さないようにする。そうすることによって、特に半導体レーザ素子の発光点がサブマウントの表面からの高さが数 μm 程度のものに対して有効である。

【0029】また、一実施形態の半導体レーザ装置は、上記リードピンの端面が上記第2ボンディング面であって、上記リードピンの端面が上記ステムの表面と同じ高さか、または、上記ステムの表面よりも低いことを特徴としている。

【0030】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば

ば、上記第2ボンディング面であるリードピンの端面が上記ステムの表面と同じ高さか、または、上記ステムの表面よりも低いので、第1ボンディング面にワイヤボンディングするときに、ワイヤボンディング装置のキャピラリが第2ボンディング面を有するリードピンに当たるのを防止できる。

【0031】また、一実施形態の半導体レーザ装置は、上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部を設けたことを特徴としている。

【0032】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば、上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部を設けることにより、ステムのサブマウントがボンディングされた面の導電性ペーストがワイヤボンディング面に付着することが無くなるので、ワイヤボンディングできないという問題が発生しなくなる。

【0033】また、この発明の半導体レーザ装置は、複数のリードピンを有するステムと、上記ステム上にダイボンドされたサブマウントと、上記サブマウント上にダイボンドされた半導体レーザ素子とを備え、上記半導体レーザ素子の電極を上記リードピンに金属ワイヤを介して電気的に接続する半導体レーザ装置であって、上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部を設けたことを特徴としている。

【0034】上記実施形態の半導体レーザ装置によれば、上記ステムに、上記サブマウントをボンディングする面と平行でかつ高さの異なるボンディング面を有する段部を設けることにより、ステムのサブマウントがボンディングされた面の導電性ペーストがワイヤボンディング面に付着することが無くなるので、ワイヤボンディングできないという問題が発生しなくなる。

【0035】また、この発明の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法は、複数のリードピンを有するステムと、上記ステム上に取り付けられ、表面にモニタ用フォトダイオードが一体形成されたサブマウントと、上記サブマウント上にダイボンドされ、上記モニタ用フォトダイオードにより出射光がモニタされる2つの半導体レーザ素子とを備えた半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法であって、上記2つの半導体レーザ素子および上記モニタ用PDの少なくとも1つの第1ボンディング面に対して上記金属ワイヤを案内するキャピラリの軸が垂直になるように上記ステムを保持して、上記第1ボンディング面に上記金属ワイヤの一端をボンディングする第1の工程と、上記第1ボンディング面に上記金属ワイヤの一端をボンディングした後の上記金属ワイヤに直交する軸を中心に、上記第1ボンディング面に略直角な上記リードピンの第2ボンディング面に対して上記キャピラリの軸が垂直になるように上記ステムを回転させて、

上記第2ボンディング面に上記金属ワイヤの他端をボンディングする第2の工程とを有することを特徴としている。

【0036】上記半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、上記2つの半導体レーザ素子および上記モニタ用PDの少なくとも1つの第1ボンディング面に対してワイヤボンディング装置のキャピラリの軸が垂直になるように上記ステムを保持して、上記第1ボンディング面に上記金属ワイヤの一端をボンディングした後、上記金属ワイヤに直交する軸を中心に、第1ボンディング面に略直角なリードピンの第2ボンディング面に対して上記キャピラリの軸が垂直になるようにステムを回転させて、上記第2ボンディング面に上記金属ワイヤの他端をボンディングする。そうすることによって、上記第1、第2ボンディング面にボンディングされる金属ワイヤをねじることなく、互いに略直角な第1、第2ボンディング面に金属ワイヤを接続することができる。したがって、2つの半導体レーザ素子とモニタ用PDを小型パッケージに収納可能な半導体レーザ装置を、ステムや半導体レーザ素子等を破損することなく、容易にワイヤボンディングができる。

【0037】また、一実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法は、上記第2の工程において上記ステムを回転させるときの軸が、互いに略直角な上記第1、第2ボンディング面の交線と平行であることを特徴としている。

【0038】上記実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、上記第2の工程において上記ステムを回転させるときの軸を、互いに略直角な第1、第2ボンディング面の交線と平行にして、ステムの回転軸方向からワイヤボンディングを観測する。そうすることによって、上記金属ワイヤのねじれ具合を観測しながらワイヤボンディングができるので、ボンディングの失敗がなく、ワイヤボンディングを確実に行うことができる。

【0039】また、一実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法は、上記第1ボンディング面のボンディング位置および上記第2ボンディング面のボンディング位置が、上記第1、第2ボンディング面に略直交する同一平面上にあることを特徴としている。

【0040】上記実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、上記第1ボンディング面のボンディング位置および第2ボンディング面のボンディング位置が上記第1、第2ボンディング面に略同一平面内に有するようにするので、ワイヤボンディング時にその同一平面に沿ってステムを回転させるから、金属ワイヤがねじれることがなくなり、金属ワイヤが接続された半導体レーザ素子、モニタ用PDに応力が加わらないので、信頼性を向上できる。

【0041】また、一実施形態の半導体レーザ装置のワ

ワイヤボンディング方法は、上記第2の工程において上記システムを回転させるときの軸と上記第1ボンディング面との距離を、上記システムを回転させるときの軸と上記第2ボンディング面との距離としたことを特徴としている。

【0042】上記実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、上記システムの回転中心となる軸を、軸からの第1ボンディング面までの距離と軸からの第2ボンディング面までの距離とを等しくすることによって、キャピラリの先端から第1ボンディング面と第2ボンディング面までの距離が回転前後で同じになるので、ワイヤボンディングが容易にでき、付着した金属ワイヤもはずれにくい。

【0043】また、一実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法は、上記第1の工程の後、上記キャピラリを上記第1ボンディング面に対して垂直方向に引き上げて、上記キャピラリの先端から引き出される上記金属ワイヤの長さを、上記半導体レーザ素子の前方端面から上記第1ボンディング面のボンディング位置までの距離よりも長くしたことを特徴としている。

【0044】上記実施形態の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、上記第1ボンディング面にボンディングした後、上記キャピラリを第1ボンディング面に対して垂直方向に引き上げたときのキャピラリの先端から引き出される金属ワイヤの長さを、上記半導体レーザ素子の前方端面から第1ボンディング面のボンディング位置までの距離よりも長くすることにより、システムを回転させたときに、キャピラリが半導体レーザ素子に当たるのを防止できる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、この発明の半導体レーザ装置およびそのワイヤボンディング方法を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0046】図1はこの発明の実施の一形態の半導体レーザ装置のキャップを外した内部を示す斜視図である。

【0047】図1に示すように、この半導体レーザ装置は、一体に形成されたアイレット101および放熱台102を有する金属製のステム100を備えている。上記ステム100のアイレット101に一端が貫通するようにリードピン121～123を取り付け、共通電極用としてリードピン124の一端をアイレット101に電気的に接続している。上記リードピン121～123は、アイレット101に低融点ガラスで固定し、ステム100に対して電気的に絶縁している。また、上記アイレット101は外径が5.6mmであり、直径が0.4mmの円柱状の金属製のリードピン121～124は、アイレット101に直径2mmの円周上に90度毎に等間隔で配置されている。

【0048】また、上記アイレット101と一体に形成された放熱台102に、Siサブマウント160を導電

性ペーストである銀ペースト170(図2に示す)によりダイボンドしている。このSiサブマウント160表面にモニタ用PD140を一体形成している。さらに、Siサブマウント160上に、2つの半導体レーザ素子131,132をAu-Sn合金からなるロー材(図示せず)によりダイボンドしている。また、上記半導体レーザ素子131の上部電極を放熱台102の段部111の面102bに金属ワイヤ152を介して接続し、半導体レーザ素子132の上部電極をリードピン122に金属ワイヤ153を介して接続している(図3参照)。一方、上記Siサブマウント260表面の金属配線181(図3に示す)を金属ワイヤ151を介してリードピン123に接続し、Siサブマウント260表面の金属配線182(図3に示す)を放熱台102の段部111の面102bに金属ワイヤ154を介して接続している(図3参照)。

【0049】なお、上記アイレット101には、リードピン123の周囲を含む長方形の領域に凹部103を設けると共に、リードピン123の端面123aは、アイレット101の表面101aより上側に出ないようにしている。

【0050】また、図2は上記半導体レーザ装置の要部を正面から見た図であり、図3は図2に示す半導体レーザ装置の要部を上方から見た図である。なお、図2、図3では、図を見やすくするためにアイレットを省略している。

【0051】図2に示すように、上記Siサブマウント160に形成された金属配線181,182(図3に示す)上に、2つの半導体レーザ素子131,132をAu-Sn合金からなるロー材(図示せず)によりダイボンドしている。上記2つの半導体レーザ素子131,132は、出射光の光軸が平行でかつアイレットの表面に垂直な方向になるように、Siサブマウント160上に配置されている。なお、上記半導体レーザ素子131は、平行四辺形の断面形状をしており、オフ基板上に結晶成長させたものである。

【0052】また、上記放熱台102は、Siサブマウント160をダイボンドする面102aとは別に、面102aと平行でかつ高さの異なる面102bを有する段部111を放熱台102の両側に設けている。この面102aと面102bの高さが異なることにより、面102aに塗布された銀ペースト170は、表面張力により面102aの端より広がらない。その結果、面102bは平滑性を維持することができ、Siサブマウント160を放熱台102にダイボンドした後でも、金属ワイヤ152,154を容易にボンディングすることができる。上記アイレット101(図1に示す)と一体に形成された放熱台102は、共通電極用リードピン124(図1に示す)と電気的に接続されている。

【0053】また、円柱状のリードピン121～124は金属製であるが、その表面は平滑に仕上げられてい

10

20

30

40

50

る。そのため、半導体レーザ素子 132 の上部電極と平行な接平面がリードピン 122 の外周にあり、従来のワイヤボンディング装置により金属ワイヤ 153 で接続することができる。同様に、Si サブマウント 160 上に形成された金属配線 181 (図 3 に示す) とリードピン 121 も金属ワイヤ 151 で接続することができる。

【0054】また、図 3 に示すように、上記モニタ用 PD 140 のカソード 184 を、半導体レーザ素子 132 のカソードと金属ワイヤ 156 を介して接続している。一方、モニタ用 PD 140 のアノード電極 183 をリードピン 123 の端面 123a に金属ワイヤ 155 を介して接続している。上記モニタ用 PD 140 のアノード電極 183 の面に対してリードピン 123 の端面 123a が略直角になっており、このように互いに略直角なボンディング面を 1 本の金属ワイヤ (90° ワイヤ) で接続することにより、モニタ用 PD を Si サブマウントとは別に設ける必要がなくなる。また、ステム 100 のアイレット 101 に凹部 103 (図 1 に示す) を設けて、リードピン 123 を露出させる必要がないため、キャップにより半導体レーザ装置内部の気密を保って、半導体レーザ素子およびモニタ用 PD 等の半導体部品を保護することが可能となる。また、上記部品をすべて含んで外径が 5.6 mm の小型のパッケージに収納することができる。

【0055】また、図 4～図 11 は上記半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法の工程を示しており、図 4～図 11 に従って上記半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法を以下に説明する。この半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法に用いるワイヤボンディング装置は、ステムの回転角度が 90° である点を除いて図 13 に示すワイヤボンディング装置と同一の構成をしており、同一構成部には同一参照番号を付して説明を省略する。

【0056】まず、第 1 ボンディング面をモニタ用 PD 140 (図 1) のアノードと接続されたアノード電極 183 (図 3 に示す) 表面とする。また、第 2 ボンディング面をリードピン 123 の端面 123a とし、その端面 123a がアイレット 101 の表面 101a より上側に出ないようにしてある。これは、キャピラリ 71 をできるだけアイレット 101 の表面 101a 側に寄せて、Si サブマウント 160 上の半導体レーザ素子 131, 132 に当たらないようにするためである。

【0057】上記キャピラリ 71 の中心軸と第 2 ボンディング面であるリードピン 123 の端面 123a との距離を h_1 とする。このようにモニタ用 PD 140 の第 1 ボンディング面 (アノード電極 183) に対してキャピラリ 71 の軸が垂直になるようにステム 100 を保持する。

【0058】次に、図 5 に示すように、ボンディングヘッド 70 を下降させ、第 1 ボンド X を形成する。

【0059】次に、図 6 に示すように、ボンディングヘッド 70 を上昇させる。このとき、キャピラリ 71 の先端から第 1 ボンド X までの距離を d_2 とする。この距離 d_2 は、半導体レーザ素子 131, 132 の前方端面から第 1 ボンド X までの距離 d_1 よりも長くするのが望ましい ($d_2 > d_1$)。そうすることによって、ステム 100 を回転させたときに、キャピラリ 71 が半導体レーザ素子 131, 132 に当たるのを防止できる。

【0060】次に、図 7 に示すように、上記ステム 100 を、第 1 ボンド X とキャピラリ 71 の間に渡された金属ワイヤ 50 上で、かつ、第 1 ボンド X から所定の高さ h_2 の点を通り図 7 の紙面に垂直な軸 O を中心に回転させる。この「紙面に垂直な方向」とは、ワイヤボンディングを観測する面の方向と同じである。すなわち、上記ステム 100 を回転させるときの軸 O を、互いに略直角な第 1, 第 2 ボンディング面 (アノード電極 183, 端面 123a) の交線と平行にするのである。

【0061】そうすると、図 8 に示すように、ステム 100 の回転前後で、キャピラリ 71 の先端から第 1 ボンド X までの距離と、キャピラリ 71 の先端から第 2 ボンド Y までの距離が変化しない。そのため、ステム 100 の回転中にキャピラリ 71 から金属ワイヤ 50 が引き出されることがなく、金属ワイヤ 50 が切断する恐れがない。

【0062】さらに望ましくは、図 7 におけるステム 100 の回転中心の軸 O の高さ h_2 を、図 4 における高さ h_1 と等しくする ($h_2 = h_1$)。そうすると、ステム 100 の回転前後で、図 6 に示すキャピラリ 71 先端から第 1 ボンド X までの高さ d_2 と、図 8 に示すキャピラリ 71 先端から第 2 ボンド Y までの高さ d_3 が等しくなり ($d_2 = d_3$)、金属ワイヤ 50 の付着状態を最良な状態とすることができる。

【0063】次に、図 9 に示すように、ステム 100 を 90° 回転した後、ボンディングヘッド 70 をリードピン 123 の端面 123a に沿って水平移動させて、キャピラリ 71 の先端が端面 123a の第 2 ボンド Y を通る垂線上に位置するようにする。

【0064】そして、図 10 に示すように、再度、ボンディングヘッド 70 を下降して、第 2 ボンディング面であるリードピン 123 の端面 123a にボンディングする。なお、このリードピン 123 の端面 123a は、ステム 100 のアイレット 101 の表面 101a よりせいぜい 1 mm 程度低いだけであるので、キャピラリ 71 が入らないといった問題は生じない。

【0065】最後に、図 11 に示すように、ワイヤクランプ 73 を閉じ、その状態でボンディングヘッド 70 を上昇させて金属ワイヤ 50 を切断し、ワイヤボンディングを完了する。

【0066】次に、モニタ用 PD 140 を一体的に形成した Si サブマウントについて説明する。良く知られて

いるように、半導体レーザ素子は、前方端面からのみならず、後方端面からもレーザ光を出射する。この半導体レーザ素子の後方端面から出射されたレーザ光の一部が Si サブマウント 160 に一体形成されたモニタ用 PD 140 に入射し、このモニタ用 PD 140 のモニタ出力が半導体レーザの光出力の制御用信号に用いられる。

【0067】この実施の形態の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子 132 は、AlGaAs 系であり、波長 770 nm ~ 850 nm の赤外レーザ光を出射し、発光点は、Si サブマウント 160 の表面から略 50 μm のところに有る。一方、半導体レーザ素子 131 は、InGaAlP 系であり波長 630 nm ~ 680 nm の赤色レーザ光を出射し、発光点は、Si サブマウント 160 の表面から略 5 μm のところに有る。

【0068】上記半導体レーザ素子 131 の発光点から Si サブマウント 160 表面までの高さが略 5 μm と近い場合、モニタ用 PD 140 をできるだけ半導体レーザ素子 131 の後端面に近づける方がモニタ信号が大きくなるので望ましい。しかし、半導体レーザ素子 131 を搭載する金属配線 181 が、半導体レーザ素子 131 の後端面よりわずかでもモニタ用 PD 140 側にはみ出していると、半導体レーザの出射光が金属配線で反射されて、モニタ信号が数分の 1 にまで減少する。その結果、赤外レーザ光に対するモニタ信号の大きさと、赤色レーザ光に対するモニタ信号の大きさが極端に異なり、制御回路が複雑となる。そのため、この実施の形態の半導体レーザ装置では、Si サブマウント 160 上の金属配線 181 は、半導体レーザ素子 131 の後端面近傍 181a (図 3 に示す) でモニタ用 PD 140 側にはみ出さないようなパターンとしている。

【0069】上記 Si サブマウント 160 上に形成された金属配線 181, 182 は、半導体レーザ素子 131, 132 の放熱板の役割も果たしているが、半導体レーザ素子の後方端面は、前方端面に比べて発熱が小さいため、放熱が悪くても問題がない。特に、大きな光出力が要求され、したがって、放熱が重要な高出力半導体レーザ素子の場合には、前方端面の反射率は常に後方端面の反射率より低く設定するので、後方端面付近での発熱は、前方端面ほど大きくならない。

【0070】また、この実施の形態の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子 131 は p 電極側を金属配線 181 にダイボンドし、半導体レーザ素子 132 は n 電極側を金属配線 182 にダイボンドしている。これは、赤色半導体レーザ素子 131 は信頼性が低いため、発光点をできるだけ金属配線に近い位置に配置したいためである。一方、赤外半導体レーザ素子 132 は、表面が抵抗の高い p 側をダイボンド面とする方が有利なためである。また、p 側がエピタキシャル面であるので、凹凸が大きくワイヤボンディングが難しいという問題もある。上記半導体レーザ装置では、金属配線 181, 182 が

電氣的に絶縁されているので、このように配置しても、2つの半導体レーザ素子 131, 132 が直列に配置されるわけではなく、図 2 に示すように、金属ワイヤ 151 ~ 154 の接続の仕方により並列にすることが可能である。

【0071】

【発明の効果】以上より明らかなように、この発明の半導体レーザ装置によれば、モニタ用 PD の電極面とリードピンのワイヤボンディング面を互いに垂直な面とする。その結果、小型のステム (例えば直径 5.6 mm) に 2つの半導体レーザ素子とモニタ用 PD とを搭載した半導体レーザ装置を実現することができる。

【0072】また、上記第 1 ボンディング面のボンディング位置および第 2 ボンディング面のボンディング位置が第 1, 第 2 ボンディング面に略同一平面内に有るようにするので、ワイヤボンディング時にその同一平面に沿ってステムを回転するから、金属ワイヤがねじれることがなくなり、金属ワイヤが接続された半導体レーザ素子、モニタ用 PD に応力が加わらないので、信頼性を向上できる。

【0073】また、Si サブマウント上の半導体レーザ素子を搭載するための金属配線は、半導体レーザ素子毎に独立した配線とし、互いに電氣的に絶縁することによって、2つの半導体レーザ素子のダイボンド側の電氣的特性が異なってもよい。すなわち、一方の半導体レーザ素子は、p 電極側をダイボンドし、他方の半導体レーザ素子は、n 電極側をダイボンドするといったことが可能となるので、使用する半導体レーザ素子に対する自由度が高くなる。

【0074】また、Si サブマウント表面に一体に形成されたモニタ用 PD に半導体レーザ素子からの出射光をできるだけ多く入射させるために、Si サブマウント上の金属配線を、半導体レーザ素子の出射端面近傍を半導体レーザ素子から外側に出さないように形成する。特に、半導体レーザ素子の発光点が Si サブマウントの表面からの高さが数 μm 程度のものに対して有効である。

【0075】上記第 2 ボンディング面であるリードピンの端面がステムの表面と同じ高さか、または、ステムの表面よりも低いので、第 1 ボンディング面にワイヤボンディングするときに、ワイヤボンディング装置のキャビラリが第 2 ボンディング面を有するリードピンに当たるのを防止できる。

【0076】また、Si サブマウントをダイボンドする面とステムのワイヤボンドする面とを互いに平行で高さが異なる面を有する段部をステムに設けることにより、導電性ペーストがワイヤボンディング面に付着することが無くなるので、ワイヤがボンディング面に付着しないという問題が発生しなくなる。

【0077】また、この発明の半導体レーザ装置のワイヤボンディング方法によれば、金属ワイヤを第 1 ボンド

10

20

30

40

50

に接続後、引き出した金属ワイヤを通り、金属ワイヤに垂直な軸の周りにステムを回転することによって、金属ワイヤをねじることなく、互いに略直角な第1,第2ボンディング面に金属ワイヤを接続することができる。

【0078】また、ステムを回転する軸は、ワイヤボンディングを観測する面に対して垂直方向とすることによって、金属ワイヤのねじれ具合を観測しながらワイヤボンディングができるので、ボンディングの失敗がない。

【0079】また、第1ボンディング面のボンディング位置および第2ボンディング面のボンディング位置が略同一平面上に有るようにすることによって、金属ワイヤがねじれることがなく、金属ワイヤが接続された半導体レーザ素子、モニタ用PDに応力が加わらないので、信頼性を向上できる。

【0080】さらに、上記ステムを回転させるときの軸と第1ボンディング面との距離を、上記ステムを回転させるときの軸と第2ボンディング面との距離としたことにより、ワイヤボンディング装置のキャピラリの先端から第1ボンディング面までの距離と、キャピラリの先端から第2ボンディング面までの距離とが、ステムの回転前後で同じになるので、ワイヤボンディングが容易にでき、付着した金属ワイヤも外れにくくできる。

【0081】また、上記第1ボンディング面の位置から金属ワイヤを引き出す長さを、半導体レーザ素子の前方端面より第1のダイボンド位置までの長さより長くすることにより、次の第2ボンディング面にワイヤボンディングするためにステムを回転させたときに、キャピラリが半導体レーザ素子に当たるのを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はこの発明の実施の一形態の2つの半導体レーザ素子を有する半導体レーザ装置の斜視図である。

【図2】 図2は上記半導体レーザ装置の要部の正面図である。

【図3】 図3は上記半導体レーザ装置の要部の上面図である。

【図4】 図4は上記半導体レーザ装置の90°ワイヤのボンディング工程を示す図である。

【図5】 図5は図4に続くボンディング工程を示す図である。

【図6】 図6は図5に続くボンディング工程を示す図である。

【図7】 図7は図6に続くボンディング工程を示す図

である。

【図8】 図8は図7に続くボンディング工程を示す図である。

【図9】 図9は図8に続くボンディング工程を示す図である。

【図10】 図10は図9に続くボンディング工程を示す図である。

【図11】 図11は図10に続くボンディング工程を示す図である。

【図12】 図12は2つの半導体レーザ素子を有する半導体レーザ装置の斜視図である。

【図13】 図13は上記半導体レーザ装置の金属ワイヤのボンディング工程を示す図である。

【図14】 図14は図13に続くボンディング工程を示す図である。

【図15】 図15は図14に続くボンディング工程を示す図である。

【図16】 図16は図15に続くボンディング工程を示す図である。

【図17】 図17は図16に続くボンディング工程を示す図である。

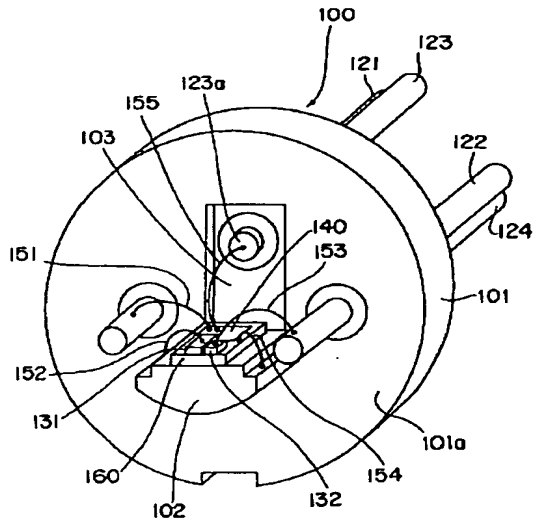
【図18】 図18は図17に続くボンディング工程を示す図である。

【図19】 図19は従来の金属ワイヤのボンディング工程によりステムを90°回転した場合を示す説明図である。

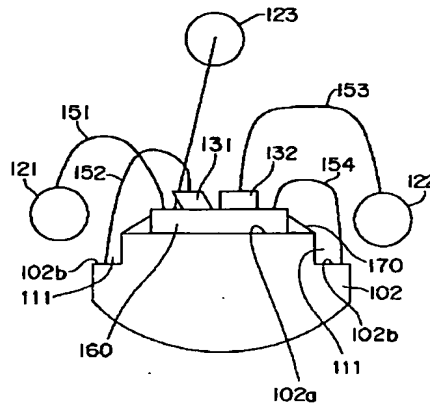
【符号の説明】

100,200…ステム、
101,201…アイレット、
102,202…放熱台、
121~124,221~224…リードピン、
131,132,231,232…半導体レーザ素子、
160,260…Siサブマウント、
140,240…モニタ用PD、
181~184…金属配線、
151~156,251~254…金属ワイヤ、
170…銀ペースト、
50…金属ワイヤ、
70…ボンディングヘッド、
71…キャピラリ、
72…キャピラリホルダ、
73…ワイヤクランプ。

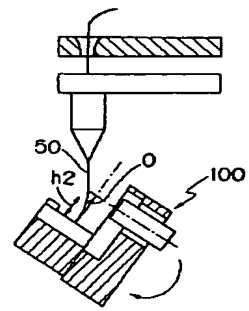
【図1】



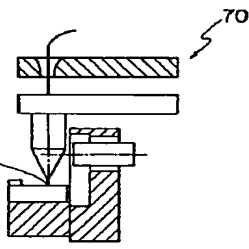
【図2】



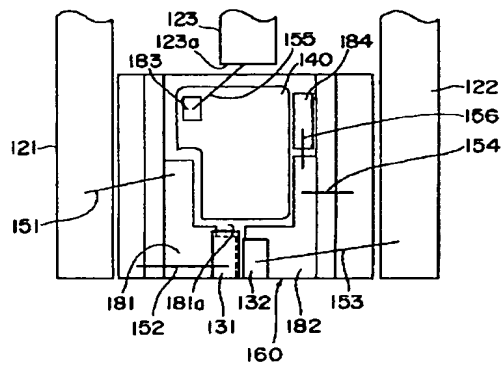
【図7】



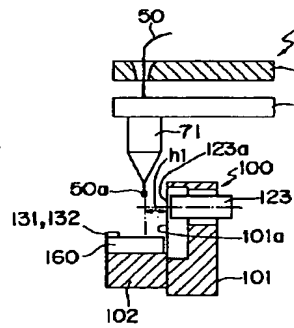
【図5】



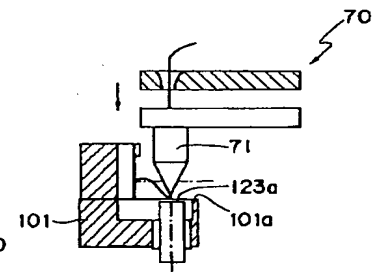
【図3】



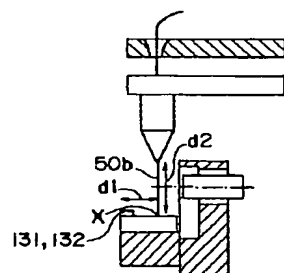
【図4】



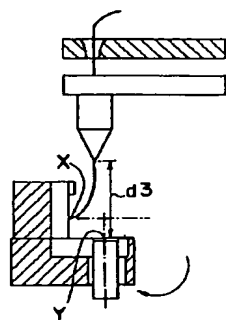
【図10】



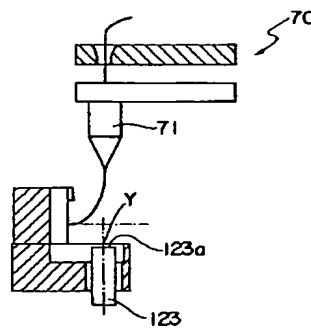
【図6】



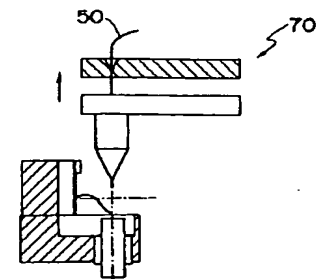
【図8】



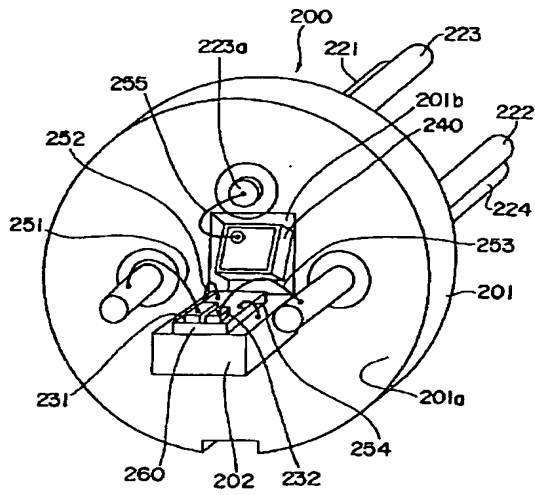
【図9】



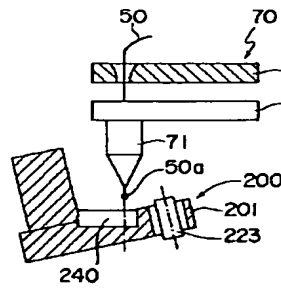
【図11】



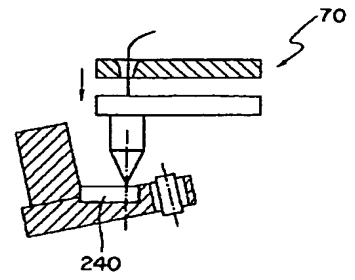
【図12】



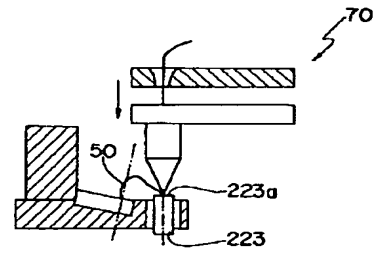
【図13】



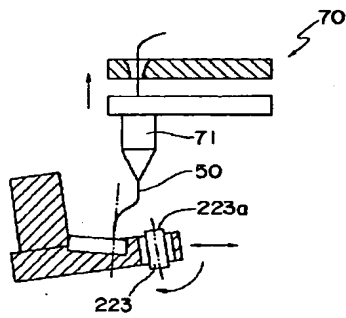
【図14】



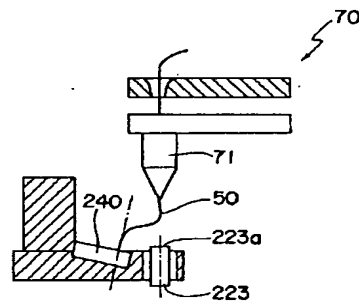
【図17】



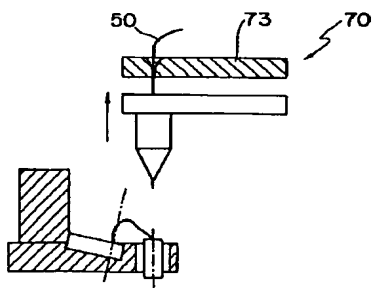
【図15】



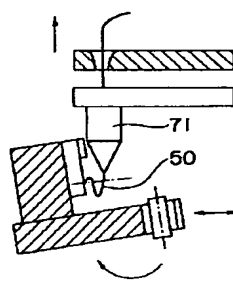
【図16】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 山藤 輝光
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 ▲吉▼田 智彦
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

F ターム(参考) 5F044 AA09 CC05 RR03
5F073 AB13 EA06 FA02 FA13 FA23
FA27 FA28